

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. Oktober 2001 (18.10.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/77401 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **C23C 2/40**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP01/03516**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. März 2001 (28.03.2001)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:  
200 06 302.2 6. April 2000 (06.04.2000) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **BAND-ZINK GMBH [DE/DE]**; Industriestrasse 59,  
40764 Langenfeld (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PLÄTZER, Wilfried**  
[DE/DE]; An der Andreaskirche 2, 47809 Krefeld (DE).

(74) Anwälte: **SELTING, Günther** usw.; Deichmannhaus am  
Dom, Bahnhofsvorplatz 1, 50667 Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,  
CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,  
HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,  
LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ,  
NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,  
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),  
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

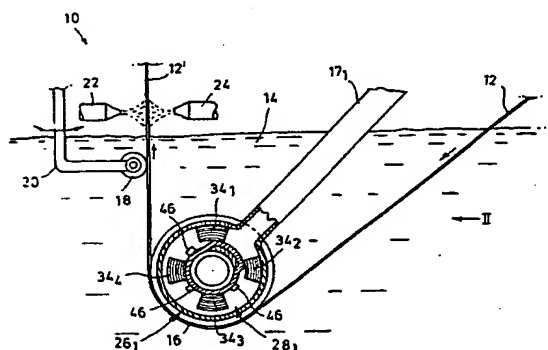
**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: **COATING INSTALLATION**

(54) Bezeichnung: **BESCHICHTUNGSVORRICHTUNG**



(57) Abstract: The invention relates to a coating installation for coating a metal strip (12) in a molten mass (14) of a non-magnetic metal, which is provided with a shaft (16) that rotates in the molten mass (14) and that guides the metal strip (12). Said shaft (16) is received by a bearing (26), said bearing (26) being a magnetic bearing whose stationary bearing part (28) is encapsulated, thereby providing a contactless bearing of the shaft in the molten bath. The inventive installation substantially reduces bearing wear and prolongs service life of the bearing.

(57) Zusammenfassung: Die Beschichtungsvorrichtung zum Beschichten eines Metallbandes (12) in einer Schmelze (14) eines nicht-magnetischen Metalles weist eine in der Schmelze (14) drehbare Welle (16) zum Führen des Metallbandes (12) auf. Die Welle (16) ist in einem Wellenlager (26) gelagert, wobei das Wellenlager (26) ein Magnetlager ist, dessen feststehendes Lagerteil (28) gekapselt ist. Auf diese Weise wird eine berührungslose Wellenlagerung in einer Metallschmelze realisiert, wodurch der Lagerverschleiss erheblich reduziert und die Standzeiten des Lagers verlängert werden.

WO 01/77401 A1

### Beschichtungsvorrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Beschichtungsvorrichtung zum Beschichten eines Metallbandes in einer Schmelze eines nicht-magnetischen Metalles.

Beschichtungsvorrichtungen zur Metallbandbeschichtung werden beispielsweise zur Verzinkung von Metallbändern und Blechen eingesetzt. Das Metallband wird dazu durch eine ca. 450°C heiße Zinkschmelze hindurchgezogen: Das Metallband taucht nach unten fortlaufend in die Zinkschmelze ein, wird durch eine rotierende Welle in der Schmelze nach oben umgelenkt und läuft nach oben wieder aus der Zinkschmelze heraus. Die Lagerung der Welle in der Schmelze erfolgt in offenen Gleitlagern, die wegen der großen auftretenden Kräfte, der hohen Temperatur der Zinkschmelze und der hohen chemischen Aggressivität der Zinkschmelze starkem Verschleiß unterliegen. Bei einer pausenlos laufenden Beschichtungsanlage sind die Gleitlager bereits nach

wenigen Tagen so stark verschlissen, dass sie ausgetauscht werden müssen. Für den Austausch der beiden Lager einer Umlenkrolle werden mehrere Stunden benötigt, was bei Beschichtungsanlagen mit einem Wert von 100 bis 200 Mio. DM einen großen Kostenfaktor darstellt.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Standzeit der in der Schmelze drehbaren Welle zu vergrößern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Beschichtungsvorrichtung ist das Wellenlager als Magnetlager ausgebildet, dessen feststehendes Lagerteil gekapselt ist. Durch das Magnetlager wird ein Wellenzapfen der Welle berührungslos in dem Lagerteil gehalten. Durch die berührungslose Lagerung wird der mechanische Abrieb an dem feststehenden Lagerteil und an dem Wellenzapfen auf ein Minimum reduziert. Die Beschichtung der Lagerteile muss nicht mehr, wie bei Gleitlagern, im Hinblick auf möglichst geringen Abrieb optimiert werden, sondern kann mit einer Beschichtung versehen werden, die sich durch eine gute chemische Beständigkeit gegen die Metallschmelze auszeichnet. Da beispielsweise eine Zinkschmelze bei einer Arbeitstemperatur von 450 bis 470°C wie eine Säure wirkt, wird durch die säurebeständige Beschichtung des Wellenlagers, die keinem nennenswerten Abrieb mehr unterliegt, Korrosion an dem Wellenlager erheblich vermindert. Durch die berührungslose Lagerung wird also mechanischer Abrieb der Lagerteile weitgehend vermieden, was den Einsatz preiswerter säurebeständiger Beschichtungen für die Lagerteile ermöglicht und die Korrosion vermindert. Durch diese beiden Effekte wird die Standzeit der Wellenlager auf ein Vielfaches der Standzeit von Gleitlagern erhöht. Die Standzeit der Magnetwellenlager in

einer Zinkschmelze kann sich durch Verwendung von Magnetlagern auf mehrere Wochen vergrößern.

Zwischen dem gekapselten feststehenden Lagerteil und dem Wellenzapfen der Welle verbleibt ein offener umlaufender Spalt, so dass der Wellenzapfen in dem feststehenden Lagerteil in der Schwebe gehalten werden kann und der Wellenzapfen das feststehende Lagerteil nicht berührt. Dadurch wird ein sehr widerstandsarmes Rotieren der Welle ermöglicht. Da das Magnetfeld in dem umlaufenden Spalt zwischen dem feststehenden Lagerteil und dem Wellenzapfen nicht abgeschirmt werden darf, eignet sich das Magnetlager nur zum Einsatz in Schmelzen von nicht-magnetischen Metallen, wie beispielsweise Zink.

Als Kapselung des feststehenden Lagerteiles ist ein Lagergehäuse aus nicht-magnetischem und hochtemperaturbeständigem Material vorgesehen, dessen Schmelzpunkt über 600°C liegt. Die Kapselung kann beispielsweise durch ein Edelstahlgehäuse realisiert sein.

Vorzugsweise wird das Lagergehäuse mit Kühlgas zur Kühlung der Magnetelemente des feststehenden Lagerteiles versorgt. Bei den Magnetelementen handelt es sich in der Regel um Elektromagnete, deren Wirkungsgrad bei niedrigen Arbeitstemperaturen größer ist, d.h. deren erzeugte Magnetfelder bei niedrigen Arbeitstemperaturen stärker sind. Ferner kann in dem Lagergehäuse ein Gasdrucksensor zur Feststellung von Gasleckströmen vorgesehen sein. Dies kann beispielsweise ein Drucksensor sein, der den Gasdruck innerhalb des Lagergehäuses erfaßt. Ein Druckabfall in dem Lagergehäuse würde auf eine Undichtigkeit des Lagergehäuses hindeuten, so dass Beschädigungen des Lagergehäuses frühzeitig erkannt und größere Schäden vermieden werden können. Das Kühlgas wird mit Überdruck in das Lagergehäuse eingeleitet, so dass

es durch gegebenenfalls vorhandene Undichtigkeiten des Lagergehäuses nach außen durchtritt und auf diese Weise das Eindringen der Metallschmelze in das Lagergehäuse verhindert, so dass schwere Beschädigungen des Magnetlagers vermieden werden.

Vorzugsweise ist die Welle eine Tauchrolle zur Umlenkung oder Führung des Metallbandes in einer Zinkschmelze. Die Welle kann aber auch als Führungsrolle zur Regulierung der Bandspannung oder zur genauen Positionierung des Metallbandes ausgebildet sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist das Wellenlager einen Notlauf-Keramikeinsatz auf. Der Keramikeinsatz ist an der Innenseite des Lagergehäuses angebracht, so dass bei Ausfall der Magnetelemente des feststehenden Lagerteiles der Wellenzapfen der Welle auf dem Keramikeinsatz läuft. Nur der gegenüber dem Keramikeinsatz weichere Wellenzapfen der Welle kann dabei abgeschliffen bzw. beschädigt werden. Der Wellenzapfen kann anschließend relativ einfach repariert oder ausgetauscht werden. Auf diese Weise weist das Magnetlager Notlaufeigenschaften auf, die bei Ausfall der Magnetlagerung größere Schäden vermeiden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Wellenzapfen der Welle und/oder das Lagergehäuse mit einer Wolframkarbit- oder mit einer Keramikschicht versehen. Beide Beschichtungen gewährleisten eine hohe Säureresistenz und damit einen guten Schutz gegen Korrosion stark säureartiger Metallschmelzen, wie beispielsweise einer Zinkschmelze.

Vorzugsweise besteht der Wellenzapfen der Welle aus magnetischem Material, wobei das feststehende Lagerteil ein ein Magnetfeld erzeugendes Magnetelement aufweist, von dem der Wel-

Wellenzapfen berührungslos in dem Lagerteil gehalten wird. Das Magnetelement kann von einem Elektromagneten gebildet werden. Elektromagneten haben den Vorteil, dass das erzeugte Magnetfeld in seiner Stärke gesteuert werden kann. Die Magnetfeldstärke kann also in Abhängigkeit von den auftretenden Belastungen, Drehzahlen etc. an die gegebenen Verhältnisse angepaßt werden. Auf diese Weise läßt sich der Spalt zwischen dem Wellenzapfen und dem Lagergehäuse über den gesamten Umfang weitgehend konstant halten.

Das Wellenlager ist vorzugsweise als Radiallager ausgebildet, wobei das bzw. die Magnetelemente radial des Wellenzapfens angeordnet sind. Ferner kann das Wellenlager zusätzlich auch als Axiallager ausgebildet sein, wobei ein Magnetelement axial des Wellenzapfens angeordnet ist. Auf diese Weise wird die Welle sowohl radial als auch axial berührungslos gelagert.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung sind Sensoren zur Ermittlung der radialen und/oder der axialen Position des Wellenzapfens in dem feststehenden Lagerteil vorgesehen. Eine Steuervorrichtung steuert die Stärke des von dem Magnetelement erzeugten Magnetfeldes in Abhängigkeit von der mit den Sensoren ermittelten Position des Zapfens in dem Lagerteil. Auf diese Weise wird der Spalt zwischen dem Lagergehäuse und dem Wellenzapfen konstant gehalten. Abweichungen der Spalthöhe können durch die Sensoren sofort festgestellt und durch entsprechende Steuerung der Magnetelemente ausgeglichen werden.

Vorzugsweise weist das Lagerteil mehrere Magnetelemente und der Wellenzapfen Polschuhe auf, wobei von den Magnetelementen ein Drehfeld erzeugt wird, das die Welle über die Polschuhe des Wellenzapfens antreibt. Alternativ kann die Welle auch als Kurzschluß-Läufer-Motor ausgebildet sein, wobei in der Welle in

Längsrichtung mehrere isolierte Kupferleiter angeordnet und miteinander elektrisch verbunden sind. Die Welle wird dabei in der Regel mit einer Umfangsgeschwindigkeit angetrieben, die der Bandgeschwindigkeit des von der Welle geführten Metallbandes ungefähr entspricht. Auf diese Weise wird Schlupf zwischen dem Metallband und der Welle vermieden, wodurch wiederum die Beschichtung des Metallbandes mit dem Schmelzenmetall gleichmäßiger und fehlerfreier erfolgt.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist das Wellenlager eine Heizvorrichtung auf. Die Heizvorrichtung dient dazu, das Wellenlager auch nach Entnahme aus der Metallschmelze auf so hoher Temperatur zu halten, dass das Schmelzenmetall in dem umlaufenden Spalt zwischen dem Lagergehäuse und dem Wellenzapfen flüssig bleibt, bis der Wellenzapfen aus dem Lagergehäuse entfernt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist das Lagerteil vier gleichmäßig über den Umfang verteilte Magnetelemente auf. Die Resultierende der auf die Welle wirkenden Kräfte beim Betrieb der Beschichtungsvorrichtung sollte genau zwischen zwei Magnetelementen, d.h. in  $45^\circ$  zu zwei Magnetelementen liegen. Die Welle wird durch die auf die Welle wirkenden Kräfte stets zwischen den Magnetelementen in einer stabilen Position gehalten. Es können auch mehr als vier Magnetelemente über den Umfang verteilt sein.

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

- 7 -

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Beschichtungsvorrichtung mit einer Umlenkwellen und einer Führungswelle in einer Zinkschmelze in Seitenansicht,

Fig. 2 die Beschichtungsvorrichtung der Fig. 1 in Vorderansicht, und

Fig. 3 ein Magnetlager der Umlenkwellen der Beschichtungsvorrichtung der Fig. 1 und 2 im Längsschnitt.

In Fig. 1 ist in Seitenansicht eine Beschichtungsvorrichtung 10 vereinfacht dargestellt. Ein Metallband 12 wird durch eine Schmelze 14 von Zink geleitet, um die Oberfläche des Metallbandes 12 mit einer dünnen Zinkschicht zu versehen. Die Zinkschmelze 14 hat eine Temperatur von  $450^{\circ}$  bis  $470^{\circ}\text{C}$ . Das Metallband 12 wird unter einem Winkel von  $30^{\circ}$  bis  $45^{\circ}$  zur Horizontalen in die Zinkschmelze eingeführt und in der Schmelze 14 durch eine erste drehbare Welle 16 nach oben umgelenkt, so dass das Metallband 12' senkrecht nach oben aus der Zinkschmelze 14 wieder herausgeführt wird. Der Umschlingungswinkel des Metallbandes 12,12' um die erste Welle 16 beträgt 120 bis  $135^{\circ}$ . Die Zugkraft des Metallbandes 12 beträgt zwischen 1,0 bis 5,0 t.

Eine zweite Welle 18 in der Zinkschmelze 14 liegt über die gesamte Breite an dem senkrecht aus der Zinkschmelze 14 herauslaufenden Metallband 12' an, um das horizontale Flattern des Metallbandes 12' zu dämpfen. Die zweite Welle 18 ist an einem beweglichen Führungsarm 20 aufgehängt, der schwenkbar gelagert ist und dessen Schwenkbewegung durch ein entsprechendes Dämpfungselement gedämpft wird. Ferner ist der Führungsarm 20 und damit auch die zweite Welle 18 in Richtung des Metallbandes 12' vorgespannt. Beide Wellen 16,18 sind in die Schmelze 14 eingetaucht.



Zu beiden Seiten des aus der Zinkschmelze 14 heraustretenden senkrecht verlaufenden Metallbandes 12' sind Gasdüsen 22, 24 angeordnet, durch die ein Gasstrom auf beide Seiten des Metallbandes 12' aufgebracht wird. Durch den Gasstrom wird die flüssige Zinkschicht auf dem Metallband 12' auf eine bestimmte gleichbleibende Schichtdicke reduziert.

Die erste Welle 16 wird durch zwei Schwenkarme 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub> in der Zinkschmelze 14 gehalten. Die Welle 16 ist zu Wartungs- und Reparaturzwecken zum Ausgleich des Verschleißes aus der Zinkschmelze 14 heraushebbar. Auch der Führungsarm 20 mit der Führungswelle 18 ist zu diesem Zweck aus der Schmelze 14 heraushebbar. Die Arme 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub>, 20 werden mittels einer Wechseltraverse, an der sie befestigt sind, aus der Schmelze 14 herausgehoben.

Wie u.a. in Fig. 2 erkennbar ist, sind an den beiden eingetauchten Enden der Schwenkarme 17<sub>1</sub> und 17<sub>2</sub> Wellenlager 26<sub>1</sub>, 26<sub>2</sub> vorgesehen, durch die die Umlenkwellen 16 drehbar an den Schwenkarmen 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub> gelagert ist. Bei den beiden Wellenlagern 26<sub>1</sub>, 26<sub>2</sub> handelt es sich um Magnetlager, die von einem gekapselten feststehenden Lagerteil 28<sub>1</sub>, 28<sub>2</sub> und aus zwei Wellenzapfen 30<sub>1</sub>, 30<sub>2</sub> der Welle 16 aus magnetischem Material, beispielsweise aus Werkzeugstahl, gebildet werden.

Wie in Fig. 3 zu erkennen ist, besteht das feststehende Lagerteil 28<sub>1</sub> aus einem flüssigkeitsdichten Lagergehäuse 32 aus einem nicht-magnetischen Material, beispielsweise aus Edelstahl, z.B. 1.4571 oder 1.4404. In dem Lagergehäuse 32 sind insgesamt fünf Elektromagnete 34<sub>1</sub>-34<sub>4</sub>, 36 befestigt. Die vier radial des Wellenzapfens 30<sub>1</sub> angeordneten Elektromagnete 34<sub>1</sub>-34<sub>4</sub>

sind jeweils in  $90^\circ$  zueinander und in ungefähr  $45^\circ$  zur resultierenden aller auf die Welle 16 wirkenden Kräfte angeordnet.

Die Magnetelemente 34<sub>1</sub>-34<sub>4</sub>, 36 werden durch eine elektronische Steuervorrichtung 38 und einen Verstärker 40 derart gesteuert, dass die Wellenzapfen 30<sub>1</sub>, 30<sub>2</sub> in dem von dem Lagergehäuse 32 eingeschlossenen kreiszylinderartigen Raum in der Schwebe gehalten werden. Zwischen dem Wellenzapfen 30<sub>1</sub> und dem Lagergehäuse 32 verbleibt ein umlaufender Spalt 42, der mit Zinkschmelze gefüllt ist. Da Zink ein nicht-magnetisches Metall ist, wird durch die Zinkschmelze in dem umlaufenden Spalt 42 das von den Elektromagneten 34<sub>1</sub>-34<sub>4</sub>, 36 erzeugte Magnetfeld nicht beeinträchtigt.

In den zylinderartigen Ausnehmungen 41 des Lagergehäuses 32 ist in der oberen Hälfte ein Notlauf-Keramikeinsatz 44 befestigt, der bei Ausfall der Magnetelemente 34, 36 verhindert, dass der Wellenzapfen 30<sub>1</sub> die aus Edelstahl bestehende Lagergehäusewand 32 abschleift und damit ein Eindringen der Zinkschmelze in das Lagergehäuse 32 ermöglicht. Der Notlauf-Keramikeinsatz kann auch becherartig ausgebildet sein und die gesamte Ausnehmung 41 ausfüllen.

In dem Lagergehäuse 32 sind mehrere Abstandssensoren 46, 48 angeordnet, die die axiale und radiale Position des Wellenzapfens 30<sub>1</sub> bzw. der Welle 16 im Verhältnis zum Lagergehäuse 32 ermitteln. Die Sensoren 46, 48 sind über elektrische Leitungen mit der Steuervorrichtung 38 verbunden, die die Sensorsignale auswertet und die Elektromagneten 34, 36 entsprechend steuert.

Der Wellenzapfen 30<sub>1</sub> weist fünf radiale Nuten 50 auf, so dass in den erhabenen Bereichen fünf Polschuhe 52 gebildet werden. Durch die Steuervorrichtung wird über die radial angeordneten

Elektromagneten 34 ein Drehfeld generiert, so dass ein Drehmoment auf den Wellenzapfen 30<sub>1</sub> übertragen und damit die Welle 16 in Drehung versetzt wird. Im Betrieb wird die Welle 16 mit ungefähr 25-200 Umdrehungen pro Minute angetrieben.

Wie in Fig. 2 dargestellt, weist die Beschichtungsvorrichtung 10 als Gasversorgung einen Gastank 58 mit einem Gaskühler 60 auf. Als Gas wird Stickstoff verwendet. Das gekühlte Stickstoff-Gas aus dem Gastank 58 wird durch eine Gaspumpe 61 und über entsprechende Gasleitungen 62<sub>1</sub>, 62<sub>2</sub> in die Lagergehäuse 28<sub>1</sub>, 28<sub>2</sub> gepumpt und über entsprechende Rückführgasleitungen 64<sub>1</sub>, 64<sub>2</sub> in den Gastank 58 zurückgeführt. Das Stickstoffgas kühlt in den Lagergehäusen im wesentlichen die Elektromagneten 34, 36, um deren Wirkungsgrad zu verbessern.

Über einen Drucksensor 66 in dem Lagergehäuse 32 wird ständig der Gasinnendruck in dem Lagergehäuse 32 überwacht. Bei einem Druckabfall, beispielsweise durch eine Undichtigkeit des Lagergehäuses, wird sofort ein Alarm ausgelöst und daraufhin die Wellenlager 28<sub>1</sub>, 28<sub>2</sub> möglichst schnell aus dem Zinkbad herausgehoben. Das Stickstoffgas kann durch die Pumpe 61 im Druck so erhöht werden, dass das Stickstoffgas durch eine Undichtigkeit des Lagergehäuses nach außen dringt und dadurch das Eindringen von Zinkschmelze verhindert.

Im Bereich der becherartigen Ausnehmung 41 sind an dem Lagergehäuse 32 nicht dargestellte Heizelemente vorgesehen, die beim Herausschwenken der Wellenlager 26 aus der Zinkschmelze die Wellenlager 26<sub>1</sub>, 26<sub>2</sub> so lange warm halten, bis die Zinkschmelze aus den Ausnehmungen 41 herausgelaufen ist, bzw. bis die Wellenlager 26 demontiert sind.

In dem Spalt 42 kann vor Inbetriebnahme eine Metallbuchse aus einem Metall mit niedrigem Schmelzpunkt vorgesehen sein, die vor der Inbetriebnahme der Anlage auf den Wellenzapfen 30 aufgeschoben wird und den Spalt 42 zwischen dem Wellenzapfen 30<sub>1</sub> und dem Lagergehäuse 32 ausfüllt. Nach Inbetriebnahme der Anlage schmilzt die Buchse in der heißen Zinkschmelze, während die Elektromagneten 34 bereits in Betrieb sind. Mit Hilfe der Buchse ist der Wellenzapfen 30<sub>1</sub> bei Betriebsbeginn bereits in dem feststehenden Lagerteil 26<sub>1</sub>, 26<sub>2</sub> zentriert und schmilzt nach Inbetriebnahme, um den Spalt 42 zwischen Wellenzapfen 30<sub>1</sub> und Gehäuse 32 freizugeben.

Durch die berührungslose Ausbildung der Wellenlager 26<sub>1</sub>, 26<sub>2</sub> kann die Welle 16 trotz einer nennenswerten Längenausdehnung bei Erhitzung auch axial stets in der Mitte gehalten werden.

Auch die Führungsrolle 18 wird berührungslos durch entsprechende Magnetlager gelagert.

Durch die berührungslose Lagerung der Umlenkrolle 16 und der Führungsrolle 18 wird die Verwendung von preiswerten und säurebeständigen Materialien und Beschichtungen für alle Teile der Lagerung ermöglicht. Dadurch werden Wartungsintervalle von 4 Wochen und länger realisiert, wodurch wiederum die kostenintensiven Standzeiten erheblich verringert werden. Die Magnetlager lassen sich nur zur Beschichtung mit nicht magnetischen Metallen verwenden.

A N S P R Ü C H E

1. Beschichtungsvorrichtung zum Beschichten eines Metallbandes (12) in einer Schmelze (14) eines nicht-magnetischen Metalles, mit

einer in der Schmelze (14) drehbaren Welle (16) zum Führen des Metallbandes (12), und

mindestens einem Wellenlager (26<sub>1</sub>,26<sub>2</sub>) zur Lagerung der Welle (16),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das Wellenlager (26<sub>1</sub>,26<sub>2</sub>) ein Magnetlager ist, dessen feststehendes Lagerteil (28<sub>1</sub>,28<sub>2</sub>) gekapselt ist.

2. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Kapselung des feststehenden Lagerteils (28<sub>1</sub>,28<sub>2</sub>) ein Lagergehäuse (32) aus nicht-magnetischem und hochtemperaturbeständigem Material vorgesehen ist, dessen Schmelzpunkt über 600°C liegt.
3. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gasversorgung (58-64) vorgesehen ist, mit der das Lagergehäuse (32) mit Kühlgas zur Kühlung der Magnetelemente (34<sub>1</sub>-34<sub>4</sub>,36) des feststehenden Lagerteils (28<sub>1</sub>,28<sub>2</sub>) versorgt wird.
4. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Lagergehäuse (32) ein Gasdrucksensor (66) zur Feststellung von Gasleckströmen vorgesehen ist.

5. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass das Wellenlager (26<sub>1</sub>,26<sub>2</sub>) einen Notlauf-Keramikeinsatz (44) aufweist.
6. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass der Wellenzapfen (30<sub>1</sub>,30<sub>2</sub>) der Welle (16) und/oder das Lagergehäuse (32) mit einer Wolframkarbit- oder mit einer Keramikbeschichtung versehen sind.
7. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-6, , dadurch gekennzeichnet, dass der Wellenzapfen (30<sub>1</sub>,30<sub>2</sub>) der Welle (16) aus magnetischem Material besteht und dass das feststehende Lagerteil (28<sub>1</sub>,28<sub>2</sub>) ein ein Magnetfeld erzeugendes Magnelement (34<sub>1</sub>-34<sub>4</sub>,36) aufweist, von dem der Wellenzapfen (30<sub>1</sub>,30<sub>2</sub>) berührungslos in dem feststehenden Lagerteil (28<sub>1</sub>,28<sub>2</sub>) gehalten wird.
8. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnelement (34<sub>1</sub>-34<sub>4</sub>,36) ein Elektromagnet ist.
9. Beschichtungsvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Wellenlager (26<sub>1</sub>,26<sub>2</sub>) ein Radiallager (26<sub>1</sub>,26<sub>2</sub>) ist, wobei das Magnelement (36) radial des Wellenzapfens (30<sub>1</sub>,30<sub>2</sub>) angeordnet ist.
10. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7-9, dadurch gekennzeichnet, dass das Wellenlager (26<sub>1</sub>,26<sub>2</sub>) ein Axiallager ist, wobei das Magnelement (36) axial des Wellenzapfens (30<sub>1</sub>,30<sub>2</sub>) angeordnet ist.

11. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7-10, dadurch gekennzeichnet, dass Sensoren (46,48) zur Ermittlung der radialen und/oder der axialen Position des Wellenzapfens (30<sub>1</sub>,30<sub>2</sub>) in dem feststehenden Lagerteil (28<sub>1</sub>,28<sub>2</sub>) vorgesehen sind, und dass eine Steuervorrichtung (38) vorgesehen ist, die die Stärke des von dem Magnelement (34<sub>1</sub>-34<sub>4</sub>,36) erzeugten Magnetfeldes in Abhängigkeit von der mit den Sensoren (46,48) ermittelten Position des Zapfens (30<sub>1</sub>,30<sub>2</sub>) in dem feststehenden Lagerteil (28<sub>1</sub>,28<sub>2</sub>) steuert.
12. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7-11, dadurch gekennzeichnet, dass das feststehende Lagerteil (28<sub>1</sub>,28<sub>2</sub>) mehrere radiale Magnelemente (34<sub>1</sub>-34<sub>4</sub>) und der Wellenzapfen Polschuhe (52) aufweist und dass von den Magnelementen (34<sub>1</sub>-34<sub>4</sub>) ein Drehfeld erzeugt wird, das die Welle (16) über den Wellenzapfen (30<sub>1</sub>,30<sub>2</sub>) antreibt.
13. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-12, dadurch gekennzeichnet, dass das Wellenlager eine Heizvorrichtung zum Heizen des Wellenlagers aufweist.
14. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 7-13, dadurch gekennzeichnet, dass das feststehende Lagerteil mindestens (28<sub>1</sub>,28<sub>2</sub>) vier gleichmäßig über den Umfang verteilte Magnelemente (34<sub>1</sub>-34<sub>4</sub>) aufweist.
15. Beschichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-14, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (16) eine Tauchrolle in einer Zinkschmelze (14) ist.

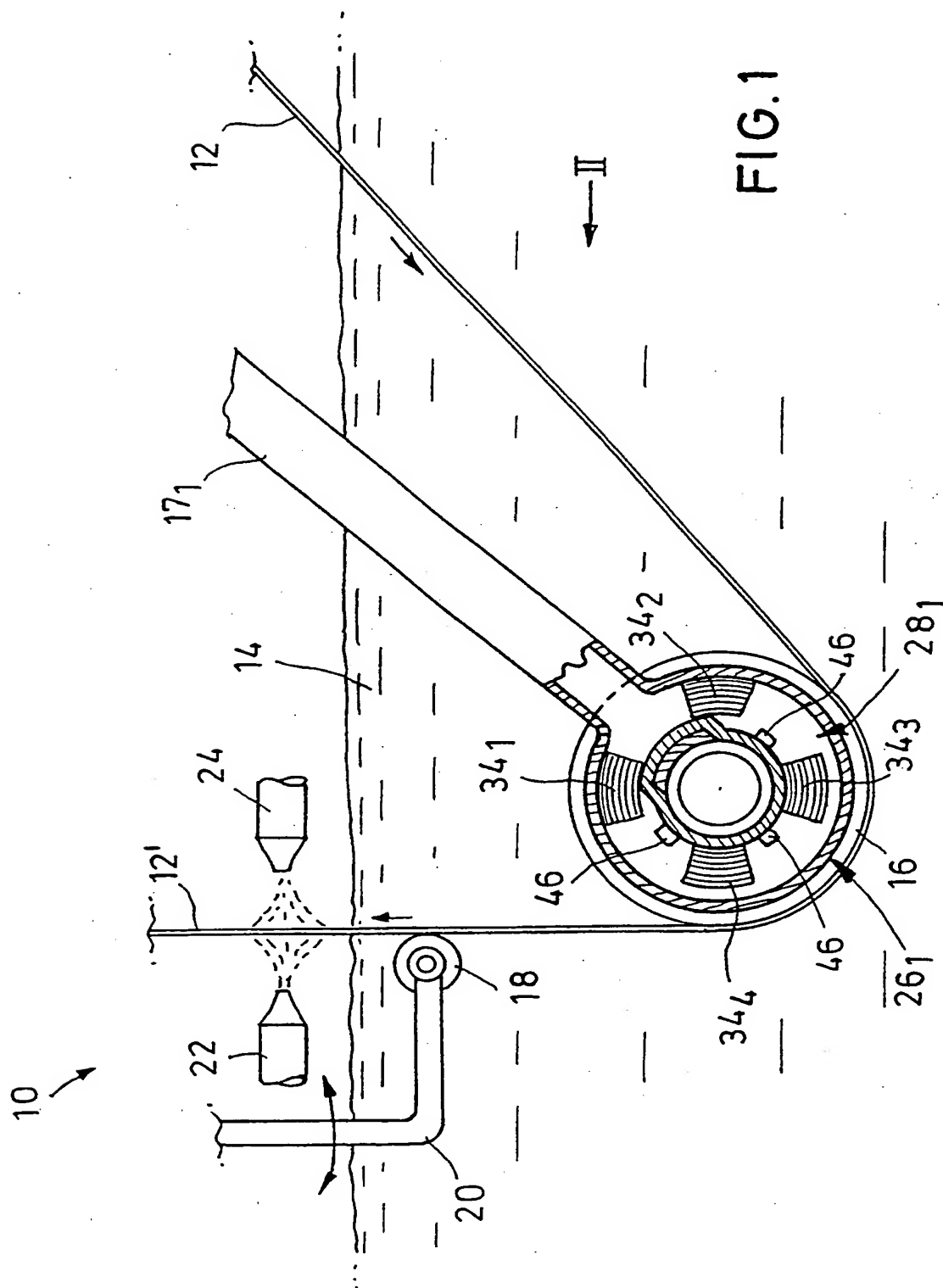




FIG. 2

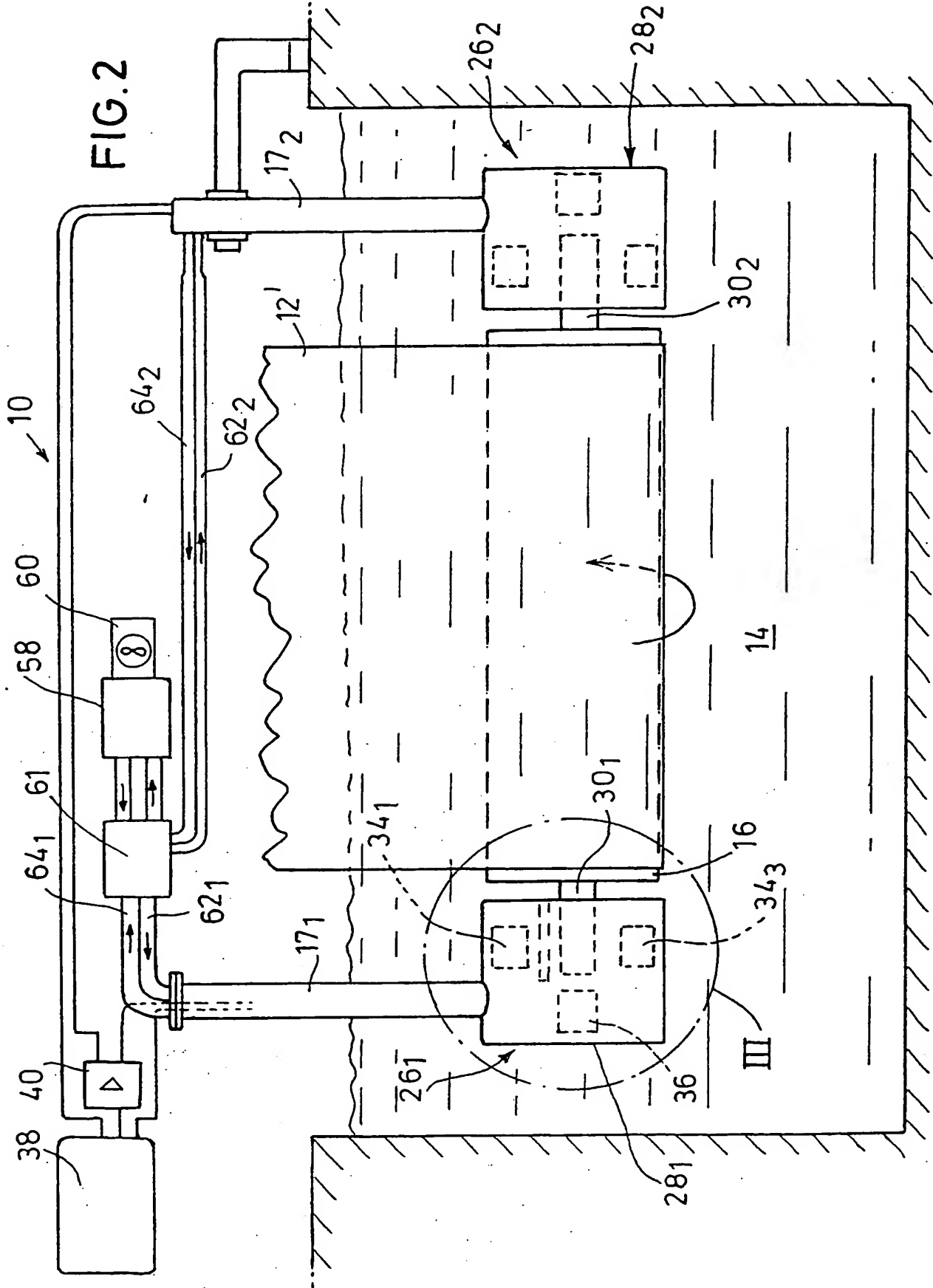
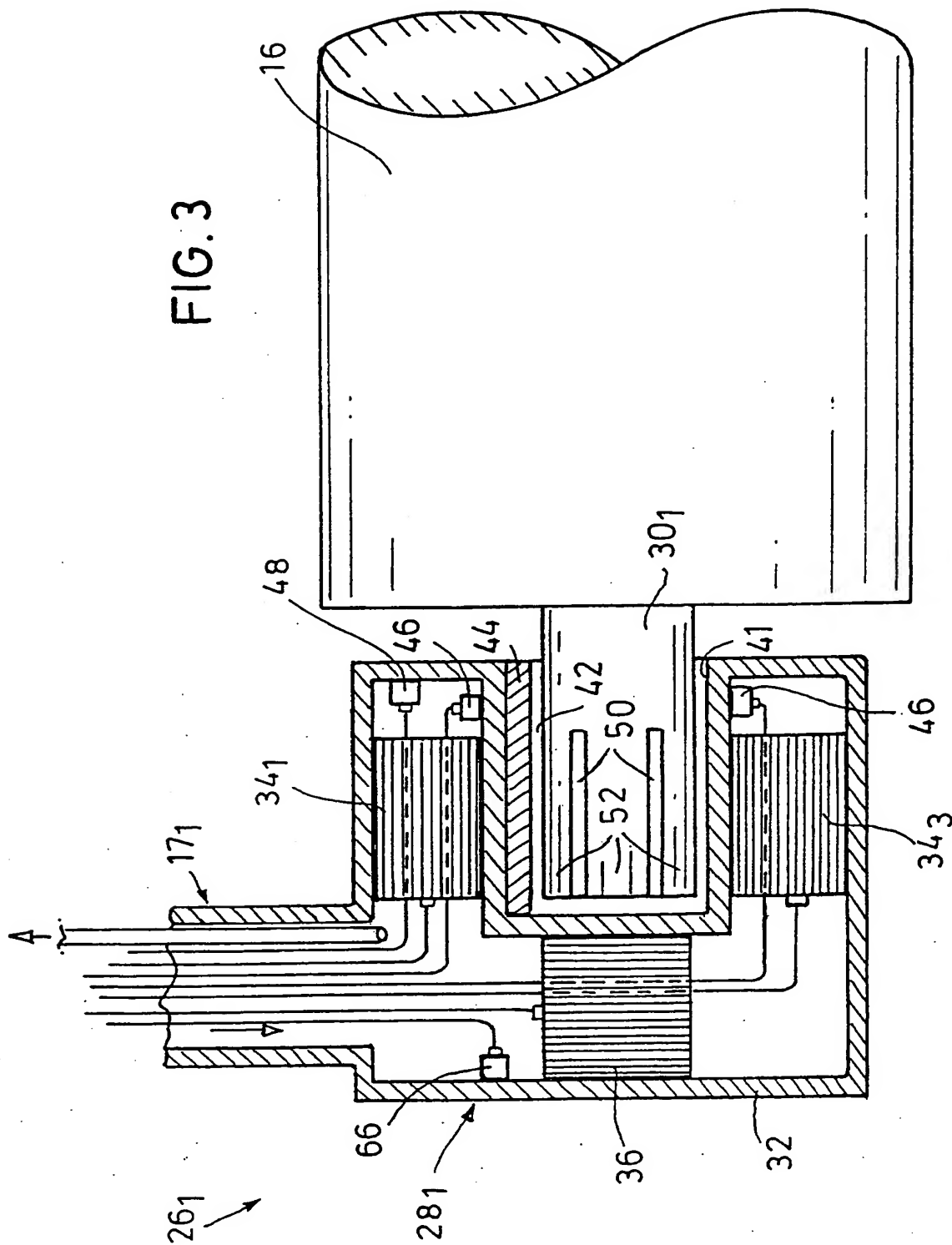


FIG. 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/03516

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C23C2/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 461 (C-0887), 22 November 1991 (1991-11-22) & JP 03 197658 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 29 August 1991 (1991-08-29) abstract	
A	US 1 777 139 A (FITZGERALD JOSEPH G ET AL) 30 September 1930 (1930-09-30)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 August 2001

Date of mailing of the international search report

23/08/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Joffreau, P-0

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/03516

Patent document  
cited in search report

Publication  
date

Patent family  
member(s)

Publication  
date

JP 03197658 A 29-08-1991 NONE

US 1777139 A 30-09-1930 NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C23C2/40

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 461 (C-0887), 22. November 1991 (1991-11-22) & JP 03 197658 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 29. August 1991 (1991-08-29) Zusammenfassung	
A	US 1 777 139 A (FITZGERALD JOSEPH G ET AL) 30. September 1930 (1930-09-30)	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
  - \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. August 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

23/08/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Joffreau, P-0

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03516

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 03197658 A	29-08-1991	KEINE	
US 1777139 A	30-09-1930	KEINE	